

РАЗДЕЛ 4. РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Ж. О. Абдуллаев, И. А. Коняев, Е. Ю. Обвинцева, А. Ю. Коняев,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ЛОМА И ОТХОДОВ КАБЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Growth in the amount of waste containing non-ferrous metals leads to environmental pollution. An enormous amount of electrical cable is disposed of as scrap each year. The article shows the possibility of recovering residual copper from aluminum concentrate, obtained from crushed waste electrical cables.

Создание технологий и оборудования для промышленной переработки различных видов твердых отходов является для нашей страны одной из наиболее актуальных задач, решение которой может дать значительный эколого-экономический эффект [1]. Одной из наиболее важных задач является утилизация лома и отходов электрических кабелей. При производстве таких кабелей используются технически чистые высокопроводящие металлы (медь и алюминий), а также качественные изоляционные материалы. В ряде случаев кабели имеют защитную оболочку (из свинца, алюминия или стальной ленты). Очевидно, что извлечение из отходов кабельной продукции и повторное использование указанных ценных материалов может давать большой экономический эффект. В то же время снятие с кабелей защитных покрытий и отделение проводящих жил от изоляции является весьма трудной технологической задачей. В предлагаемой статье обсуждаются возможные пути решения указанной задачи.

Известно несколько методов переработки лома и отходов кабельной продукции: пирометаллургические, гидрометаллургические (химические) и механические [2]. Metallurgical methods are aimed at extracting from scrap only metallic fractions and are characterized by a negative impact on the environment. Mechanical methods are also divided into two

направления. Первое связано с разделкой кабелей на специальных станках. На станке осуществляется продольный разрез оболочки кабеля, обеспечивающий последующую разделку кабеля и сортировку по видам материалов. Способ характеризуется минимальными потерями металла и возможностью сохранения медных или алюминиевых жил для их повторного использования. В то же время для обработки на станках требуется подготовка кабеля, не допустимы повреждения и деформация кабелей. На одном станке могут обрабатываться только определенные виды кабеля, что ограничивает применение метода.

Более производительным является второй способ механической обработки кабельного лома, предполагающий его многостадийное дробление с последующей сепарацией дробленого продукта для выделения металлических концентратов и изоляционных материалов [2, 3]. Такой подход исключает ручной труд на операциях разделки кабелей. Основной задачей дробления на молотковых и ножевых дробилках является раскрытие материалов, содержащихся в кабеле. Крупность дробления зависит от способов последующей сепарации полученных смесей. Выделение ферромагнитных включений обеспечивается с помощью магнитных сепараторов – железоотделителей. Для разделения цветных металлов и изоляционных материалов применяют электростатическую сепарацию (при этом крупность частиц должна быть не более 1–3 мм), сепарацию в тяжелых жидкостях (крупность не лимитируется) и вибропневмосепарацию (крупность частиц в большинстве случаев от 3 до 7 мм). Электростатическая сепарация требует тщательной подготовки исходных материалов, поскольку не обеспечивает получения селективных концентратов разных металлов. Эти недостатки отсутствуют при тяжелосредней сепарации, однако, применение метода ограничивается высокой стоимостью тяжелых жидкостей и повышенными эксплуатационными расходами, связанными с необходимостью ее регенерации.

Наибольшее распространение на практике получили гравитационные методы разделения материалов, содержащихся в дробленом кабельном ломе, использующие вибропневмосепараторы. В [3] описана одна из таких установок.

Смесь материалов после дробления кабеля перемещается между двумя плоскими ячеистыми поверхностями, совершающими колебательные движения. Через ячейки нижней поверхности нагнетается воздух, воздействующий, прежде всего, на легкие частицы. За счет вибрации и действия воздушного потока происходит расслоение материалов по плотности. Более легкие частицы изоляции собираются в верхних слоях потока материалов, частицы металлов оседают в нижние слои. На выходе сепаратора отдельно собираются концентраты изоляционных материалов и концентраты меди или алюминия. Выход металлов в концентрат превышает 99 %. Содержание целевого металла в концентрате при тщательном контроле вида кабелей, поступающих на переработку, может составлять 98–99 % [2, 3]. Столь высокие показатели достигаются при переработке лома и отходов однотипных кабелей. В условиях реального производства нельзя исключить попадание на переработку разных типов кабелей, и качество получаемых металлических концентратов может снижаться.

Например, авторами выполнен анализ качества концентрата алюминия, полученного при переработке лома и отходов кабеля на одном из предприятий г. Екатеринбурга. Предоставленная предприятием проба концентрата алюминия содержит гранулы преимущественно с размерами от 3 до 7 мм. Другие характеристики пробы материала показаны в таблице 1.

Таблица 1

Морфологический состав пробы предоставленного материала

Материал	Масса, г	Массовая доля, %
Алюминий	478,8	95,76
Медь	19,2	3,84
Изоляция	2,0	0,40
Всего	500,0	100,00

Как видно из таблицы 1, в пробе материала помимо алюминия содержатся частицы меди и изоляции. В соответствии с ГОСТ 1639-93 алюминиевый лом кабельной продукции можно отнести к группе 1 –

Алюминий нелегированный. Такой вторичный алюминий может применяться при производстве высококачественных сплавов, либо использоваться в черной металлургии в качестве раскислителя. Качество вторичных алюминиевых сплавов для указанных применений регламентируется по химическому составу (табл. 2 [4]). Например, ГОСТ 295-98 ограничивает содержание меди.

Таблица 2

Марки и химический состав вторичного алюминия для раскисления,
производства ферросплавов и алюминотермии

Марка	Массовая доля, %							
	суммы алюминия и магния, не менее	в том числе магния, не более	примесей, не более					
			меди	Цинка	Кремния	свинца	Олова	всего
AB97	97,0	0,1	0,1	0,1	1,0	0,1	0,1	3,0
AB91	91,0	3,0	3,0	0,8	3,0	0,3	0,2	9,0
AB87	87,0	3,0	3,8	3,3	5,0	0,3	0,2	13,0

Нетрудно видеть, что в материале, описанном в таблице 1, превышено допустимое для сплавов АВ содержание меди, поэтому требуется доочистка алюминиевого концентрата. Исследования авторов показывают, что задача может быть решена при применении электродинамической сепарации [5].

На опытной установке в лаборатории кафедры УрФУ «Электротехника и электротехнологические системы» реализован процесс электродинамической сепарации алюминиевого концентрата. Благодаря различию в физических свойствах (электропроводность и удельный вес) частицы алюминия и меди под действием электромагнитных сил приобретают разные траектории и переходят в разные фракции. Некоторые результаты оценки показателей, полученных при перемешивании алюминиевого концентрата, показаны на рисунке (R – расстояние от линии подачи материала до разделителя фракций). Можно отметить, что во вновь получаемом концентрате алюминия уменьшается содержание меди до уровня, удовлетворяющего требованиям ГОСТ 295-98 для вторичного алюминия марок АВ87 и АВ91. В то же время эксперименты показывают, что неправильный выбор расположения разделителя может приводить к

существенным потерям алюминия, для устранения которых необходимо дополнительное исследование процессов электродинамической сепарации и оптимизация параметров установки.

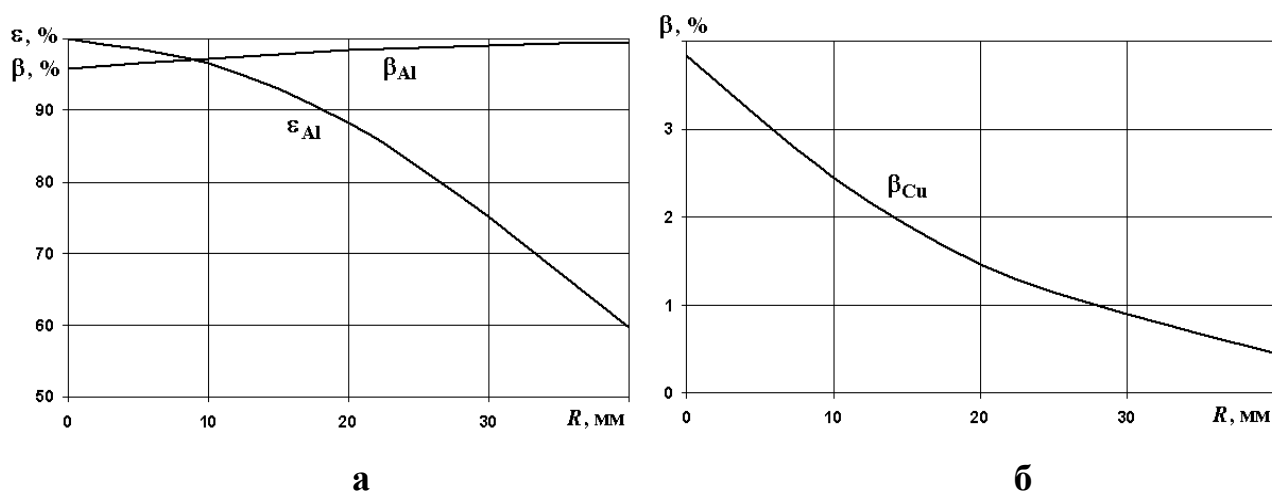


Рис. 1. Оценки извлечения (ϵ) металлов в концентрат и содержания их в концентрате (β):
а – для алюминия, б – для меди

Таким образом, с помощью электродинамической сепарации можно уменьшить содержание меди в алюминиевом концентрате, что обеспечивает получение вторичного алюминия марок АВ87 и АВ91, а значит реализацию продуктов переработки отходов кабельной продукции по более высоким ценам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шубов, Л. Я. Технология отходов / Л. Я. Шубов, М. Е. Ставровский, А. В. Олейник. – М. : Альфа-М, Инфра-М, 2011. – 352 с.
2. Колобов, Г. А. Сбор и обработка вторичного сырья цветных металлов / Г. А. Колобов, В. Н. Бредихин, В. М. Чернобаев. – М. : Metallurgy, 1993. – 288 с.
3. Назимко, Е. И. Моделирование процесса сепарации отходов кабельно-проводниковой продукции / Е. И. Назимко, С. В. Малько, А. Ю. Семенова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2016. № 5. – С. 12–18.
4. ГОСТ 295-98. Алюминий для раскисления, производства ферросплавов и алюминотермии. Технические условия. – М. : Издательство стандартов, 2001.

5. Коняев, И. А. Сепарация металлов из твердых отходов / И. А. Коняев, Н. Е. Маркин, В. Н. Удинцев, А. Ю. Коняев // Экология и промышленность России. – 2006, № 12. – С. 8–11.